

**JP 10051840 (A) -- Concise English translation of the Abstract**

PROBLEM TO BE SOLVED: To detect a position with high accuracy based on received field intensity from a plurality of base stations in a radio mobile station. SOLUTION: The radio field intensity from a plurality of base stations 105-107 at a measurement point of a service area is measured for a plurality of number of times and the result is stored in a radio field intensity data storage section which stores the relation between the received radio field intensity and the position in cross reference and when a position is detected, the radio field intensity data in the radio field intensity data storage section are compared with the radio field intensity at a point where the position is desired to be detected,; and the position detection section uses a statistical method to estimate the position based on a plurality of the radio field intensity data with a small error as the result of comparison of the radio field intensity. Thus, the position of the mobile station 101 is estimated at a range narrower than the distance from the measured points without being limited to the actually measured position so as to estimate the reliability.

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-51840

(43)公開日 平成10年(1998) 2月20日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

H 0 4 Q 7/34

識別記号

庁内整理番号

F I

H 0 4 B 7/26

技術表示箇所

1 0 6 A

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 16 頁)

(21)出願番号 特願平8-198703

(22)出願日 平成8年(1996) 7月29日

(71)出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72)発明者 金谷 悦己

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(72)発明者 石橋 弘義

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(72)発明者 杉浦 雅貴

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(74)代理人 弁理士 滝本 智之 (外 1 名)

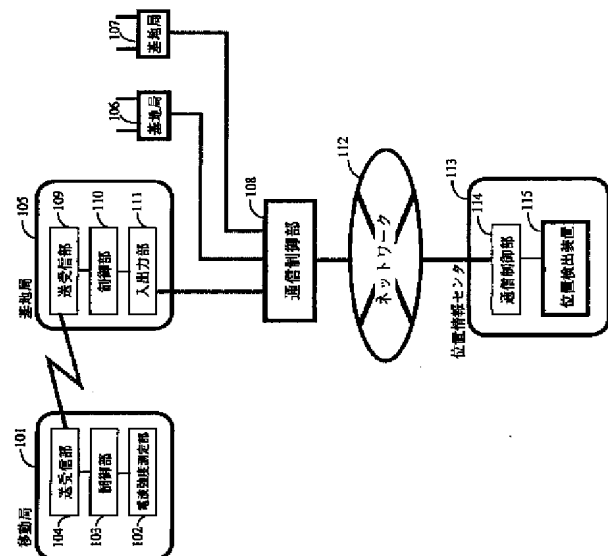
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 無線移動局の位置検出方式

(57)【要約】

【課題】 無線移動局において、複数基地局からの受信電波強度に基づき、高精度に位置を検出することを目的とする。

【解決手段】 サービスエリアの測定地点における複数の基地局からの無線電波強度を複数回測定して、受信電波強度と位置の関係を対応付けて保持する電波強度データ記憶部に蓄積し、位置検出時に電波強度データ記憶部の電波強度データと位置検出したい地点での受信電波強度の比較を行ない、位置検出部が電波強度の比較の結果誤差の小さい複数の電波強度データを基に、統計的手法を用いて位置を推定することにより、実際に測定した地点に限定されることなく測定地点間の距離より狭い範囲で移動局の位置を推定し、信頼性を見積もることができる。



**【特許請求の範囲】**

【請求項1】 移動局と基地局との間で無線による通信を行う移動体無線通信システムにおいて、複数の測定地点での、連続値で表現されるその地点の位置情報とそれぞれの測定地点での複数の基地局からの受信電波強度からなる電波強度データを保持する電波強度データ記憶部と、前記電波強度データ記憶部の電波強度データと位置検出したい地点での電波強度の比較を行ない位置を推定する手段を持つ位置検出部と、前記位置検出部における比較基準となる誤差のうち、誤差の小さい複数の電波強度データを保持する誤差電波強度データ記憶部を備え、前記位置検出部が前記誤差電波強度データ記憶部内の複数の電波強度データによって測定地点に限定されることなく測定地点間の間隔より狭い範囲で位置検出を行なうことを特徴とする無線移動局の位置検出方式。

【請求項2】 移動局と基地局との間で無線による通信を行う移動体無線通信システムにおいて、複数の測定地点での、離散値で表現されるその地点の位置情報とそれぞれの測定地点での複数の基地局からの受信電波強度からなる電波強度データを保持する電波強度データ記憶部と、前記電波強度データ記憶部の電波強度データと位置検出したい地点での電波強度の比較を行ない位置を推定する手段を持つ位置検出部と、前記位置検出部における比較基準となる誤差のうち、誤差の小さい複数の電波強度データを保持する誤差電波強度データ記憶部を備え、前記位置検出部が前記誤差電波強度データ記憶部内の複数の電波強度データによって離散値で表現される位置検出を行なうことを特徴とする無線移動局の位置検出方式。

【請求項3】 移動局を使用する人とその人の行動ルール、または、スケジュールに関する知識を持つ位置検出知識部を備え、位置検出部が誤差電波強度データ記憶部内の複数の電波強度データと前記位置検出知識部内の知識を用いて位置検出を行なうことを特徴とする請求項1または請求項2に記載の無線移動局の位置検出方式。

【請求項4】 位置検出部において、離散値で表現される複数の位置の相互の関係に関する知識を持つ位置検出知識部を備え、位置検出部が誤差電波強度データ記憶部内の複数の電波強度データと前記位置検出知識部内の知識を用いて位置検出を行なうことを特徴とする請求項2に記載の無線移動局の位置検出方式。

【請求項5】 誤差電波強度記憶部内で保持する電波強度データの数を、位置検出したい地点での電波強度と、電波強度データ記憶部内の電波強度データとの誤差の程度により可変にして位置検出を行なうことを特徴とする請求項1から4のいずれかに記載の無線移動局の位置検

出方式。

【請求項6】 位置検出部が過去に推定した短期的な位置を蓄積する位置蓄積部と、誤差電波強度データ記憶部内で保持する電波強度データを基に推定した位置の妥当性を判定する履歴判定部を備え、移動局の過去直近の推定された位置とその時刻と、現在の位置および時刻とから移動状況を判断し、推定した位置が妥当かどうか判定し妥当でない場合には再度位置検出のやり直しを行なうことを特徴とする請求項1から請求項5にいずれかに記載の無線移動局の位置検出方式。

【請求項7】 請求項6において、過去に推定した短期的な位置を蓄積する代わりに、短期履歴を基に過去に移動した場所とその頻度など過去の経験を蓄積する長期履歴を保持し、移動局の過去移動の経験から推定した位置が妥当かどうか判定し妥当でない場合には再度位置検出のやり直しを行なうことを特徴とする無線移動局の位置検出方式。

**【発明の詳細な説明】****【0001】**

【発明の属する技術分野】本発明は、移動体無線通信の分野において、移動体の位置を検出する方式に関するものである。特に、移動局で測定される複数の基地局からの受信電波強度に基づいて、移動局の位置を検出する無線移動局の位置検出方式に関わる。

**【0002】**

【従来の技術】従来の携帯電話、PHSなど複数の無線ゾーンによってサービスエリアを構成する無線通信方式においては、移動局の現在位置は、その移動局が位置登録を行った基地局の無線ゾーンの範囲（または位置登録した基地局の無線ゾーンを含む複数の無線ゾーンから成る一斉呼出エリアの範囲）という比較的広い領域でしか特定することはできなかった。

【0003】この課題を解決するために、たとえば、「受信レベル情報に基づいた移動体位置検出に関する一検討」、電子情報通信学会秋季大会、B-269（1993）では、複数の基地局の無線ゾーンが重なり合っていることを利用して、移動局によって受信される複数の基地局からの受信電波強度と、その位置（X、Y）のマッピングテーブルから、1台の基地局の無線ゾーンよりも狭い範囲に、移動局の現在位置を特定する方法が提示されている。

【0004】以下、その位置検出方式を、図11を用いて説明する。位置検出のための基礎データとして、サービスエリア内の各地点において複数基地局から受信した電波強度を測定し、その測定地点の位置（X、Y）とそこで受信できる基地局BS1、BS2、BS3、BS4、BS5からの電波強度（E1 E2 E3 E4 E5）を対応させて、予めセンタ処理部のデータベースに蓄積しておく。

【0005】移動局の位置を検出したい場合には、複数

基地局から受信した電波強度(E1' E2' E3' E4' E5')をセンタに送信し、センタのデータベースに蓄積されている電波強度のうち最も近いものとのマッチングを取ることで移動局の位置(X' Y')を推定する。

【0006】こうして、「受信レベル情報に基づいた移動体位置検出に関する一検討」による位置検出方式によれば、1基地局の無線ゾーンよりも狭い範囲で移動局の位置を推定することができる。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記の位置検出方式では、位置データベースの内、最も近い受信電波強度データを検索して位置を推定するため、推定される位置は実際に測定した地点に限定されてしまう。

【0008】また一般に場所を認識するのは、屋内であればフロアや部屋番号、屋外であれば建物名や固有のエリア名などで認識することが多く、座標で判断するのはたいへん不便であることが多い。このように離散値で表現される位置を検出したい場合、上記の位置検出方法では、例えば部屋番号と座標の対応を予め持っていて、推定された移動局の位置を部屋番号に変換する方法が考えられる。

【0009】しかし、部屋と部屋の境界付近では推定された位置の誤差が大きく、受信した電波強度から最も近い地点を特定したとしても誤り率が高くなってしまいどのくらい答えに信頼性があるのか判断することができない。

【0010】

【課題を解決するための手段】そこで、本発明の移動局の位置検出方法では、サービスエリアの測定地点における複数の基地局からの無線電波強度を複数回測定して、受信電波強度と座標など連続値で表現される位置の関係を対応付けて保持する電波強度データ記憶部に蓄積し、位置検出時に電波強度データ記憶部の電波強度データと位置検出したい地点での受信電波強度の比較を行ない、位置検出部が電波強度の比較の結果誤差の小さい複数の電波強度データを基に、加重平均を取るなどの統計的手法を用いて位置を推定することにより、実際に測定した地点に限定されことなく測定地点間の距離より狭い範囲で移動局の位置を推定することができる。

【0011】また、電波強度データ記憶部に蓄積する受信電波強度と位置座標の内、位置座標を離散値で表現される位置として蓄積し、位置検出時に電波強度データ記憶部の電波強度データと位置検出したい受信電波強度の比較を行ない、位置検出制御部が電波強度の比較の結果誤差の小さい複数の電波強度データを基に、多数決を取るなどの統計的手法を用いて位置を推定し、また抽出した複数の電波強度データのうち推定した位置の占める割合などの統計的手法により、得られた位置がどの程度確からしいか答の信頼性を見積もることができる。

【0012】

【発明の実施の形態】本発明の請求項1に記載の発明は、移動局と基地局との間で無線による通信を行う移動体無線通信システムにおいて、複数の測定地点での、連続値で表現されるその地点の位置情報とそれぞれの測定地点での複数の基地局からの受信電波強度からなる電波強度データを保持する電波強度データ記憶部と、前記電波強度データ記憶部の電波強度データと位置検出したい地点での電波強度の比較を行ない位置を推定する手段を持つ位置検出部と、前記位置検出部における比較基準となる誤差のうち、誤差の小さい複数の電波強度データを保持する誤差電波強度データ記憶部を備え、前記位置検出部が前記誤差電波強度データ記憶部内の複数の電波強度データによって位置検出を行なうものであり、推定位置は実際に測定した地点に限定されことなく、測定地点の間隔より狭い範囲で位置を推定する作用を有する。

【0013】請求項2に記載の発明は、移動局と基地局との間で無線による通信を行う移動体無線通信システムにおいて、複数の測定地点での、離散値で表現されるその地点の位置情報とそれぞれの測定地点での複数の基地局からの受信電波強度からなる電波強度データを保持する電波強度データ記憶部と、前記電波強度データ記憶部の電波強度データと位置検出したい地点での電波強度の比較を行ない位置を推定する手段を持つ位置検出部と、前記位置検出部における比較基準となる誤差のうち、誤差の小さい複数の電波強度データを保持する誤差電波強度データ記憶部を備え、前記位置検出部が前記誤差電波強度データ記憶部内の複数の電波強度データによって離散値で表現される位置検出を行なうものであり、位置検出時に電波強度記憶部の電波強度データと位置検出したい受信電波強度の比較を行ない、位置検出制御部が誤差電波強度記憶部で保持する比較誤差の小さい複数の電波強度データから多数決を取るなどの統計的手法を用いて位置を推定し、複数の電波強度データのうち推定した位置の占める割合などの統計的手法により、得られた位置がどの程度確からしいか答の信頼性を見積もることができる作用を有する。

【0014】請求項3に記載の発明は、請求項1、2に記載の構成に加え、移動局を使用する人とその人の行動ルール、または、スケジュールに関する知識を持つ位置検出知識部を備え、位置検出部が誤差電波強度データ記憶部内の複数の電波強度データと前記位置検出知識部内の知識を用いて位置検出を行なうものであり、位置推定時に人とその人の行動ルール、スケジュールなどに関する知識を使うことにより、入室禁止など移動の可能性の少ないデータを排除することができ、また移動の可能性の高いデータを選択することができ、位置検出精度を向上させる作用を有する。

【0015】請求項4に記載の発明は、請求項2に構成において、位置検出部が離散値で表現される複数の位置の

相互の関係に関する知識を持つ位置検出知識部を備え、位置検出部が誤差電波強度データ記憶部内の複数の電波強度データと前記位置検出知識部内の知識を用いて位置検出を行なうものであり、離散値で表現される複数の位置の相互の関係に関する知識を用いて、誤差電波強度データ記憶部内で保持する複数の電波強度データの内、接続関係が遠いデータを除外の対象にでき、また部屋の境界付近であるかの判断も可能で、位置検出精度を向上させる作用を有する。

【0016】請求項5に記載の発明は、請求項1、請求項2、請求項3、請求項4のいずれかに記載の構成において、誤差電波強度記憶部内で保持する電波強度データの数を、位置検出したい地点での電波強度と、電波強度データ記憶部内の電波強度データとの誤差の程度により可変にして位置検出を行なうものであり、誤差電波強度記憶部に保持している複数の電波強度データのうち誤差の程度により電波強度データ数を可変にすることにより、位置検出精度を向上する作用を有する。

【0017】請求項6に記載の発明は、請求項1、請求項2、請求項3、請求項4、請求項5のいずれかの構成において、位置検出部が過去に推定した短期的な位置を蓄積する位置蓄積部と、誤差電波強度データ記憶部内で保持する電波強度データを基に推定した位置の妥当性を判定する履歴判定部を備え、移動局の過去直近の推定された位置とその時刻と、現在の位置および時刻とから移動状況を判断し、推定した位置が妥当かどうか判定し妥当でない場合には再度位置検出のやり直しを行なうものであり、短期的な履歴から移動速度や軌跡などを算出し、推定された位置の妥当性を判断し位置検出精度を向上する作用を有する。

【0018】請求項7に記載の発明は、請求項6において、過去に推定した短期的な位置を蓄積する代わりに、短期履歴を基に過去に移動した場所とその頻度など過去の経験を蓄積する長期履歴を保持し、移動局の過去移動の経験から推定した位置が妥当かどうか判定し妥当でない場合には再度位置検出のやり直しを行なうものであり、長期的な履歴から、過去の経験を基にした移動局の移動範囲の可能性から推定された位置の妥当性を判断し位置検出精度を向上する作用を有する。

【0019】（実施の形態1）図を用いて、本発明の無線移動局の位置検出方式を適用した、実施の形態1における無線通信システムの動作を説明する。

【0020】図1は本発明の位置検出方式を適用した無線通信システム実施の形態1におけるシステム概要構成、図2は本システムのシステムイメージ、図3は図1の位置検出部の構成例を示している。

【0021】図1において、101は移動局、102は基地局からの電波強度を測定する電波強度測定部、103は電波強度測定部102に測定指示を出したり無線通信の制御を行なう制御部、104は無線通信の送受信を

行なう移動局の送受信部、105、106、107は基地局、108は複数基地局との通信の制御を行なう通信制御部、109は移動局101と無線通信の送受信を行なう送受信部、110は移動局101と通信制御部108間の通信制御を行なう制御部、111は通信制御部108と通信を行なう入出力部、112はネットワーク、113は位置情報センタ、114はネットワーク112と送受信を行ない位置検出処理を制御する通信制御部、115は通信制御部114から制御された位置を検出する位置検出装装置を示している。

【0022】図2において、201は図1における位置検出装装置を示し、202は移動局において複数の測定地点での、連続値で表現されるその地点の位置情報と複数の基地局からの受信電波強度からなる電波強度データを保持する電波強度データ記憶部、203は電波強度データ記憶部202の電波強度データと位置検出したい地点での電波強度の比較を行ない位置を推定する手段を持つ位置検出部、204は複数の誤差の小さい電波強度データを保持する誤差電波強度データ記憶部である。

【0023】また図3において、301は移動局、302、303、304は基地局、305、306、307は各基地局の無線ゾーン、308は制御局、309は位置検出部、310は電波強度データ記憶部を示している。

【0024】本実施の形態による無線通信システムは、図3に示すように、移動局301が、複数の基地局302、303、304の各無線ゾーン305、306、307に同時に属するような場合に、移動局301において測定される基地局302、303、304の電波信号の強度をもとに、制御局308における位置検出部309、電波強度データ記憶部310の機能によって、移動局301の位置を検出するものである。

【0025】本実施の形態による無線通信システムの動作は、電波強度データ記憶部202に予めサービスエリア内の複数の測定地点での位置情報と、複数の基地局からの受信電波強度からなる電波強度データを入力する前処理と、記憶された電波強度データを基に移動局の位置を推定する検出処理に分けられる。前処理におけるデータ入力方法については、移動局が測定した複数基地局からの受信電波強度をその位置情報と共にリアルタイムに通信することにより入力する方法、オフラインで測定した基地局からの受信電波強度データを有線接続してまとめて入力する方法などがあるが、ここでは電波強度データ記憶部には既に電波強度データが入力されているものとし、入力方法については言及しない。

【0026】移動局が位置検出要求を出して移動局現在位置が推定されるまでの動作を、図4(a)のフローチャートを用いて説明する。

【0027】移動局101の制御部103は、位置検出要求を待つ（ステップ401）。位置検出要求は、任意

地点におけるユーザの入力指示に従ったタイミング、あるいはシステム動作上のタイミング、あるいは一定の時間間隔で発生するなど任意であるが、位置検出要求を受け付けると制御部103は、電波強度測定指示を出し、電波強度測定部102は複数基地局からの電波強度を測定する(ステップ402)。ここで、マルチパスによるフェージングや環境変化などの外的要因により不安定な無線電波強度の測定方法については、ある時間間隔内でまたは複数回測定してその平均を取る、あるいは加重平均を取る、最大値を取るなど統計的な処理を施す方法もいろいろ考えられるが、測定方法についてはここでは言及しない。

【0028】複数基地局からの電波強度を測定すると、制御部103は、この受信電波強度データを移動局送受信部104から、例えば最大の電波強度である基地局105を選び、これに対し送信する。基地局105では、基地局送受信部107で移動局101からの受信電波強度データを受信すると、データの種別を基地局制御部110が判断し、これを入出力部111、通信制御部108、ネットワーク112を介して位置情報センタ113に送信する(ステップ403)。

【0029】ここで送信される受信電波強度データは、移動局で受信できる全ての基地局の電波強度、あるいはある電波レベルを越える全ての基地局の電波強度、あるいは電波強度の高いものから順に指定個の基地局数の電波強度を報告するなどあるが、ここでは簡単のため、上位4個の基地局の電波強度を報告する場合を例にとって説明する。

【0030】受信電波強度データを受けると、位置情報センタ113は受信電波強度データを通信制御部114に渡し、通信制御部114はこれを位置検出装置115に渡し、位置を推定し推定結果を得る(ステップ404)。位置検出装置115から得られた推定結果はネットワーク112、通信制御部108、基地局105を介して移動局101に返される(ステップ405)。

【0031】ここで、位置検出装置115におけるステップ404の位置検出方法について図4(b)のフローチャートを用いて説明する。

【0032】図1における位置検出装置115を示す図2における位置検出装置201で、基地局B1、B2、

B3、B4からそれぞれE1、E2、E3、E4の電波強度を受信したデータ((B1、E1)、(B2、E2)、(B3、E3)、(B4、E4))を受け付ける(ステップ411)。

【0033】電波強度データ記憶部202は、複数の測定地点での、位置情報と複数の基地局からの受信電波強度からなる電波強度データを持っており、位置検出部203は受信電波強度を電波強度データ記憶部202が持つ各位置での基地局と電波強度との関係と比較する(ステップ412)。

【0034】電波強度の比較は数学的距離即ち以下を満たす任意の距離関数 $\rho$ により算出し、その誤差 $\delta$ により近さを判定する。

【0035】集合Xの任意の2元 $x$ 、 $y$ に対して負でない実数 $\rho(x, y)$ が一意に対応して、

1)  $\rho(x, x) = 0$ 、逆に $\rho(x, y) = 0$ ならば $x = y$

2)  $\rho(x, y) = \rho(y, x)$

3) 任意の3点 $x$ 、 $y$ 、 $z$ に対して、

$\rho(x, z) \leq \rho(x, y) + \rho(y, z)$

を満たす。

【0036】例えば一般的な距離の概念であるユークリッド距離を用いた場合について距離の計算方法を説明する。位置検出装置201は電波強度の強い基地局から上位4つの基地局であるB1、B2、B3、B4からそれぞれE1、E2、E3、E4の電波強度を受信し、その電波強度データ((B1、E1)、(B2、E2)、

(B3、E3)、(B4、E4))と電波強度データ記憶部で保持するj番目の電波強度データ((BSj1、Ej1)、(BSj2、Ej2)、(BSj3、Ej3)、(BSj4、Ej4)) (ただしBSj1、BSj2、BSj3、BSj4はj番目の電波強度データの測定地点(Xi、Yi)で受信した電波強度の強い基地局から上位4つの基地局であり、Ej1、Ej2、Ej3、Ej4はそれぞれこれら基地局から受信した電波強度を示す)との距離は、比較する基地局が全て一致している場合、即ち $B1 = BSj1$ 、 $B2 = BSj2$ 、 $B3 = BSj3$ 、 $B4 = BSj4$ の場合、

【0037】

【数1】

$$\sqrt{(E_{j1} - E_1)^2 + (E_{j2} - E_2)^2 + (E_{j3} - E_3)^2 + (E_{j4} - E_4)^2}$$

【0038】を使って計算できる。また、比較する基地局が全て一致していない場合も、一致していない基地局の電波強度を0として追加し、容易に距離すなわち誤差を計算することができる。

【0039】こうして算出された誤差を判定の結果、誤差電波強度データ記憶部204にその時の座標位置と算出された誤差 $\delta$ を記憶するが、誤差電波強度記憶部204で保持するデータ数が特定数のk(kは2以上の整

数)に満たない間は(ステップ413)、位置検出部203はその地点の位置座標(x、y)と算出された誤差 $\delta$ を誤差電波強度記憶部204に保存する(ステップ414)。

【0040】誤差電波強度データ記憶部204で保持する電波強度データ数がkに達した場合(ステップ413)、位置検出部203は算出された誤差 $\delta$ と誤差電波強度データ記憶部204内で保持するk個の電波強度デ

ータと比較し、 $\delta$ が小さければ誤差電波強度データ記憶部204で保持する最大の誤差を持つ電波強度データをその時の座標(x, y)及び誤差 $\delta$ に置き換える(ステップ415)。これを全てのデータを比較するまで繰り返す(ステップ416)。

【0041】こうして電波強度データ記憶部202で保持するデータ全てについて比較判定すると、位置検出部203は誤差電波強度データ記憶部204で保持するk個の電波強度データを基に位置を推定する。推定方法は、k個の平均を取る、誤差 $\delta$ の値や基地局からの電波強度により加重平均を取るなど統計的な処理を施す方法がいろいろ考えられる。

【0042】ここでは簡単のため電波強度データ記憶部202で保持するデータ全てについて比較判定する方法について説明したが、基地局IDなどにより比較データを絞り込み、処理を高速化するなどの手法は容易に考えられる。

【0043】また本実施の形態においてはkを特定数(2以上の整数)として固定した例について説明したが、誤差電波強度データ記憶部204で保持する電波強度データの最大数をmとし、誤差の程度によりkを可変にする方法について説明する。k=5の場合、誤差電波強度データ記憶部204で以下のような5組の座標データと誤差を保持しており、誤差の小さい順に並んでいるものとする。

【0044】1. ((33,24), 2.57)

2. ((31,22), 4.61)

3. ((34,22), 4.78)

4. ((31,57), 16.12)

5. ((34,59), 18.34)

これら5組の電波強度データの内、それぞれの誤差の差は、

誤差	
1-2	2.04
2-3	0.17
3-4	11.34
4-5	2.22

となり第3組と第4組の誤差に大きな差があることがわかる。

【0045】このような場合第4組以下のデータは誤差の開きが大きく信頼性が低いと判断できる。例えば誤差の差が5以上であればそれ以降のデータは対象としないとする、k=3として3個の電波強度データから位置を推定することにより位置検出の精度を向上させることができる。

【0046】このようにして、位置検出部が電波強度データ記憶部の電波強度データと位置検出したい受信電波強度の比較を行ない、位置検出部が誤差電波強度記憶部で保持する誤差の小さい複数の電波強度データによって位置を検出することにより、推定位置は実際に測定した

地点に限定されることなく、測定地点の間隔より狭い範囲で位置を推定することができる。

【0047】また、誤差電波強度データ記憶部に保持している複数の電波強度データのうち誤差の程度により電波強度データ数を可変にし、位置検出精度を向上することができる。

【0048】位置検出の精度は、前処理における測定地点の間隔に依存し、一般的には、前処理で測定ポイント数を増やしたり、同じ測定ポイントでも測定回数を増やすことによって、精度を向上させることができる。

【0049】位置検出要求は、自分の位置を知りたい場合は移動局から要求を出し、位置管理センタなどでユーザの位置管理をしている場合は位置管理センタから、またネットワーク112を介して有線または無線ユーザから要求を出す場合などいろいろな構成が考えられる。また今回は位置検出装置を位置情報センタに置き、位置を検出する方法について説明したが、位置検出装置についても移動局または基地局に設置する、またはネットワーク112を介した有線または無線ユーザの側に設置するなどいろいろな構成が考えられるが、本実施の形態同様これらは容易に実現可能であることがわかる。

【0050】(実施の形態2)図5を用いて、本発明の無線移動局の位置検出方式を適用した、実施の形態2における無線通信システムの動作を説明する。

【0051】図5において、501は実施の形態1における図1の位置検出装置を示し、502は移動局において、複数の測定地点での、連続値で表現されるその地点の位置情報と複数の基地局からの受信電波強度からなる電波強度データを保持する電波強度データ記憶部、503は前記電波強度データ記憶部の電波強度データと位置検出したい地点での電波強度の比較を行ない位置を推定する手段を持つ位置検出部、504は複数の誤差の小さい電波強度データを保持する誤差電波強度データ記憶部、505は無線移動局を使用する人とその人の行動ルール、スケジュールなどに関する知識を持つ位置検出知識部である。

【0052】本実施の形態における位置検出方式を適用した無線通信システムは、実施の形態1の構成のうち、電波強度データ記憶部502や、そこから誤差電波強度データ記憶部504で一時的に保持する座標など連続値で表現される位置を、地域名や部屋番号、部屋名など離散値で表現される位置に適用した例について説明する。その他システムの基本的な構成については実施の形態1と同様であり、動作の流れは図4のフローチャートと同様である。

【0053】以下、離散値で表現される位置を検出する動作を図5を参照しながら図4のフローチャートを用いて説明する。ここでは離散値で表現される位置として、部屋番号を例にとり説明する。また図4のフローチャートの処理のうち、ステップ403までは第1の実施例と

同じである。

【0054】実施の形態1と同様に、位置検出部503は受信電波強度データと電波強度データ記憶部502で保持する各地点での電波強度データを順に比較し、位置検出部503で算出された誤差を判定の結果、誤差電波強度データ記憶部504にその時の部屋番号と算出された誤差 $\delta$ を記憶するが、誤差電波強度データ記憶部504で保持するデータ数が特定数 $k$  ( $k$ は2以上の整数)に満たない間は(ステップ413)、位置検出部503はその地点の部屋番号と算出された誤差 $\delta$ を誤差電波強度データ記憶部504に保存する(ステップ414)。

【0055】誤差電波強度データ記憶部504で保持する電波強度データ数が $k$ に達した場合(ステップ413)、位置検出部503は算出された誤差 $\delta$ と誤差電波強度データ記憶部504内で保持する $k$ 個の電波強度データと比較し、 $\delta$ が小さければ誤差電波強度データ記憶部504で保持する最大の誤差を持つ電波強度データをその時の部屋番号及び誤差 $\delta$ に置き換える(ステップ415)。これを全てのデータを比較するまで繰り返す(ステップ416)。

【0056】こうして電波強度データ記憶部502で保持するデータ全てについて比較判定すると、位置検出部503は誤差電波強度データ記憶部504で保持する $k$ 個の電波強度データ基に位置を推定する。

【0057】推定方法は、単純には多数決を取るなどの方法が考えられるが、ここではさらに推定した位置の $k$ 個に対する比率から、どのくらいの割合でその位置の推定が確からしいか答の信頼性を見積もることができる。

【0058】例えば $k=5$ の時、誤差電波強度データ記憶部504の5個のデータ全てがある1つの部屋番号room201を示していた場合、検出位置はroom201ではほぼ間違いないと判断できる。

【0059】また、5個のデータのうち3個はroom201、2個はroom202であったとすると、60%の割合でroom201、40%の割合でroom202、したがって、おそらくroom201にいたがroom202かも知れないという判断が可能である。

【0060】また、位置推定時に位置検出知識部505の移動局を使用する人とその人の行動ルール、スケジュールなどに関する知識を使うことによりさらに検出精度を上げることができる。

【0061】図6に検出する部屋の構成例を、図7に位置検出知識部506の知識として、図6の各部屋に移動局を持つ人がどのくらい関わりを持っているかという知識を使って位置を推定する方法について説明する。

【0062】図7の知識の表のうち、記号は部屋と人の関わり合いを示すもので、各記号は以下のように定められているものとする。

【0063】

○：頻繁に出入りする部屋

○：時々出入りする部屋

×：入室禁止、またはほとんど出入りしない部屋

ある人、例えば吉田さんの位置を検出したい場合、 $k=5$ で、検出処理の結果、誤差電波強度データ記憶部504の $k$ 個の電波強度データのうち3個のデータがroom201、2個はroom202であったとすると、図7の表の知識から、吉田さんはroom201は応接室でほとんど出入りする可能性がないことが考えられるため検出位置はroom202の第一会議室であると推定することができる。

【0064】また位置検出知識部506として、他のシステム、例えば会議室予約システムや個人またはグループスケジュール管理システムなどと連携して位置を推定する方法について、図8の会議室予約システムを例に推定方法を説明する。

【0065】検出する部屋の構成例は図6と同じとし、図8に会議室予約システム内で持つ各会議室予約状況のデータを持つものとする。午後2時頃、吉田さんの位置を検出しようとした場合、 $k=5$ で、検出の結果、誤差電波強度データ記憶部504のうち3個の電波強度データがroom204、2個はroom202であったとする。

【0066】会議室予約システムと連携している位置検出知識部506は、図8に示すように、各会議室毎にに会議室の予約時間とその時間使用する人またはグループを管理している。吉田さんは午後2時頃は、第一会議室でシステム仕様検討会に参加予定になっている。この知識から吉田さんの位置はroom202の第一会議室であると推定される。

【0067】さらに位置検出知識部505として、離散値で表現される複数の位置の相互の関係に関する知識を利用して位置を推定する方法について、図9の部屋の隣接グラフを例に推定方法を説明する。検出する部屋の構成例は図6と同じとし、図9に図6の部屋の構成を基にした部屋の隣接グラフの例を示している。

【0068】隣接関係は、接する面積や壁の厚さなどにより部屋と部屋の結び付きすなわち電波の通りやすさが異なる。部屋の隣接関係は隣接する長さや部屋の重心からの距離などによりそれらを考慮した接続関係も考えられるが、ここでは簡単のため、廊下部分を除いて部屋が隣あっていれば接続関係があるとしてグラフ化した例について説明する。

【0069】ある人、例えば吉田さんの位置を検出したい場合、 $k=5$ で、検出処理の結果、誤差電波強度データ記憶部504のうち3個のデータがroom205、1個はroom206、1個はroom202であったとすると、図9の隣接グラフから、誤差電波強度データ記憶部504のデータ数が1個であるroom202は他のroom205およびroom206と隣接しておらず、誤ったデータであると推測できる。



【0070】その結果、吉田さんはおそらくroom205にいるがroom205に隣接するroom206に近い所にいるのではないかと推定できる。

【0071】このようにして、位置検出時に電波強度記憶部の電波強度データと位置検出したい受信電波強度の比較を行ない、位置検出制御部が誤差電波強度記憶部で保持する比較誤差の小さい複数の電波強度データから統計的手法を用いて位置を推定し、複数の電波強度データのうち推定した位置の占める割合などの統計的手法により、得られた位置がどの程度確からしいか答の信頼性を見積もることができる。

また、人とその人の行動ルール、スケジュールなどに関する知識を使うことにより、入室禁止など移動の可能性の少ないデータを排除することができ、また移動の可能性の高いデータを選択することができ、位置検出精度を向上させることができる。

【0072】さらに位置推定時に、離散値で表現される複数の位置の相互の関係に関する知識を用いて、誤差電波強度データ記憶部内で保持する複数の電波強度データの内、接続関係が遠いデータを除外の対象にでき、また部屋の境界付近であるかの判断も可能で、位置検出精度を向上させることができる。

【0073】位置検出の精度は、前処理における測定地点の間隔に依存し、一般的には、前処理で測定ポイント数を増やしたり、同じ測定ポイントでも測定回数を増やすことによって、精度を向上させることができる。

【0074】またここでは簡単のため電波強度データ記憶部202で保持するデータ全てについて比較判定する方法について説明したが、実施の形態1と同様に基地局IDなどにより比較データを絞り込み、処理を高速化するなどの手法は容易に考えられる。

【0075】(実施の形態3)図10を用いて、本発明の無線移動局の位置検出方式を適用した、実施の形態3における無線通信システムの動作を説明する。

【0076】図10において、701は実施の形態1における図1の位置検出装置を示し、702は移動局において、複数の測定地点での、連続値で表現されるその地点の位置情報と複数の基地局からの受信電波強度からなる電波強度データを保持する電波強度データ記憶部、703は前記電波強度データ記憶部の電波強度データと位置検出したい地点での電波強度の比較を行ない位置を推定する手段を持つ位置検出部、704は複数の誤差の小さい電波強度データを保持する誤差電波強度データ記憶部、705は過去に推定した位置を蓄積する位置蓄積部、706は位置蓄積部705のデータを基に位置を判定する履歴判定部を示している。

【0077】本実施の形態における位置検出方式を適用した無線通信システムは、実施の形態1および2の場合の構成に加えて、位置検出装置201または501において、位置蓄積部705、位置判定部706を備えるこ

とを特徴とする。システムの基本的な構成については実施の形態1および2と同様であり、動作の流れは図4のフローチャートと同様である。

【0078】以下、位置を検出する動作を、実施の形態1の位置座標を検出する方法を例に、図10を参照しながら説明する。

【0079】実施の形態1と同様に、位置検出部703は受信電波強度データと電波強度データと誤差電波強度データ記憶部702で保持する各地点での電波強度データを順に比較し、全てについて比較判定すると、位置検出部703は誤差電波強度データ記憶部704で保持するk個(kは2以上の整数)の電波強度データを基に位置を推定する。

【0080】位置検出装置701において、位置蓄積部705は、過去に位置検出部703によって求められたすべての移動局の位置座標を、移動局ごとに時系列データとして、タイムスタンプとともに記憶している。

【0081】位置検出部703では、誤差電波強度データ記憶部704で保持するk個の座標データを基に移動局の位置座標を求め、これが履歴判定部706へと渡される。

【0082】履歴判定部706では、位置蓄積部705に蓄積されている、移動局の過去の位置履歴を参照しながら、位置検出部703で推定された移動局の現在位置の座標が妥当か否かを判断する。

【0083】判断基準としてはさまざまな方法がありうるが、たとえば、過去直近の推定された位置とその時刻と、現在の位置および時刻とから移動速度を算出し、この速度が移動局を携帯しているユーザにとって妥当なのか否かで判断したり、また、過去の位置履歴の軌跡を描き、この軌跡の示す移動方向からの逸脱の度合(移動ベクトルのなす角度など)で、妥当性を判断するなどの方法が考えられる。

【0084】また、過去の位置履歴を用いて位置の妥当性を判断する方法を実施の形態2の離散値で表現される位置を検出する場合に適用した場合、位置蓄積部705で蓄積されるタイムスタンプと部屋番号などの履歴情報は、過去直近の推定された位置とその時刻を蓄積する短期履歴と、例えば6カ月間程度の比較的長期間を対象とし、短期履歴を基に過去に移動した場所とその頻度など過去の経験を蓄積する長期履歴に分けて蓄積することが考えられる。短期履歴は、上と同様に移動速度や軌跡から推定された位置の妥当性を判断する方法が考えられる。一方長期履歴では、誤差電波強度データ記憶部704のk個の電波強度データのうち、全体に占める比率が低い位置情報を持つ電波強度データについては、長期履歴から判断して過去に履歴がなければ、ほとんど行く可能性が少ないとしてそのデータを判定からはずして精度を上げるなどの方法が考えられる。

【0085】k個全ての場合に妥当でないと判断される

と、位置検出部703は移動局に対して再度電波強度報告要求を出すなどして位置検出のやり直しを行なうことができる。

【0086】このようにして、本実施の形態による位置検出方式を適用した無線通信システムでは、基地局の電界分布に大きなゆらぎがあった場合などにおいて、短期的な履歴から移動速度や軌跡などを算出し、推定された位置の妥当性を判断することができる。

【0087】また長期的な履歴から、過去の経験を基にした移動の可能性から、推定された位置の妥当性を判断することができる。またそれでもなお位置推定処理部で求められた移動局の位置精度の信頼性が低いことが予想される際に、再度移動局での測定をやり直して、位置推定を繰り返すことにより位置検出の精度と信頼性を向上させることができる。

【0088】

【発明の効果】本発明による位置検出方式によれば、第1に、座標など連続値で表現される位置を検出したい場合に、位置検出部が電波強度データ記憶部の電波強度データと位置検出したい受信電波強度の比較を行ない、位置検出部が誤差電波強度記憶部で保持する誤差の小さい複数の電波強度データによって位置を検出することにより、推定位置は実際に測定した地点に限定されることなく、測定地点の間隔より狭い範囲で位置を推定することができる。また第2に、移動局における複数基地局の受信電波強度を複数個位置検出に用いることにより、部屋などの離散値で表現される位置を検出でき、またその推定された位置がどの程度確からしいか答の信頼性を見積もることができる。

【0089】第3に、位置推定時に人とその人の行動ルール、スケジュールなどに関する知識を使うことにより、入室禁止など移動の可能性の少ないデータを排除することができ、また移動の可能性の高いデータを選択することができ、位置検出精度を向上させることができる。

【0090】第4に、離散値で表現される複数の位置の相互の関係に関する知識を用いて、誤差電波強度データ記憶部内で保持する複数の電波強度データの内、接続関係が遠いデータを除外の対象にでき、また部屋の境界付近であるかの判断も可能で、位置検出精度を向上させることができる。

【0091】第5に、誤差電波強度データ記憶部に保持している複数の電波強度データのうち誤差の程度により電波強度データ数を可変にし、位置検出精度を向上させることができる。

【0092】第6に、短期的な履歴から移動速度や軌跡などを算出し、推定された位置の妥当性を判断し位置検出精度を向上することができる。

【0093】第7に、長期的な履歴から、過去の経験を基にした移動の可能性から推定された位置の妥当性を判

断し位置検出精度を向上することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1の実施の形態による位置検出方式を適用した無線通信システムの構成例図

【図2】第1の実施の形態による位置検出方式を適用した無線通信システムにおける位置検出装置の構成例図

【図3】第1の実施の形態による位置検出方式を適用した無線通信システムのシステムイメージ図

【図4】(a)第1の実施の形態による位置検出方式を適用した無線通信システムにおける位置検出処理のフローチャート

(b)第1の実施の形態による位置検出方式を適用した無線通信システムにおける位置検出処理の位置検出装置におけるフローチャート

【図5】第2の実施の形態による位置検出方式を適用した無線通信システムにおける位置検出装置の構成例図

【図6】第2の実施の形態による位置検出方式を適用した無線通信システムにおいて位置検出をする部屋の構成例図

【図7】第2の実施の形態による位置検出方式を適用した無線通信システムにおいて部屋と人の関わり度合を示す知識の例図

【図8】第2の実施の形態による位置検出方式を適用した無線通信システムにおいて連携する会議室予約システムの予約状況の例図

【図9】第2の実施の形態による位置検出方式を適用した無線通信システムにおいて部屋間接続グラフ例図

【図10】第3の実施例による位置検出方式を適用した無線通信システムにおける位置検出装置の構成例図

【図11】従来の位置検出方式を適用した無線通信システムの構成例図

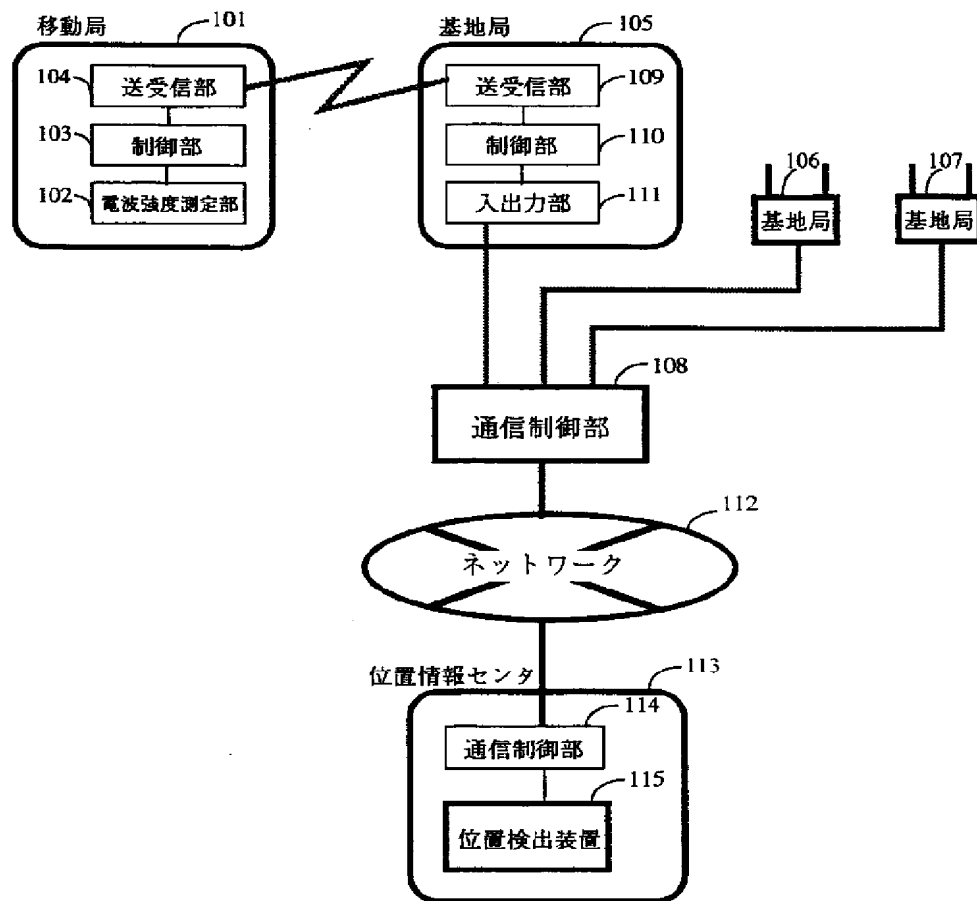
【符号の説明】

- 101 移動局
- 102 電波強度測定部
- 103 移動局制御部
- 104 移動局送受信部
- 105 基地局
- 106 基地局
- 107 基地局
- 108 通信制御部
- 109 基地局送受信部
- 110 基地局制御部
- 111 基地局入出力部
- 112 ネットワーク
- 113 位置情報センタ
- 114 通信制御部
- 115 位置検出装置
- 201 位置検出装置
- 202 電波強度データ記憶部
- 203 位置検出部

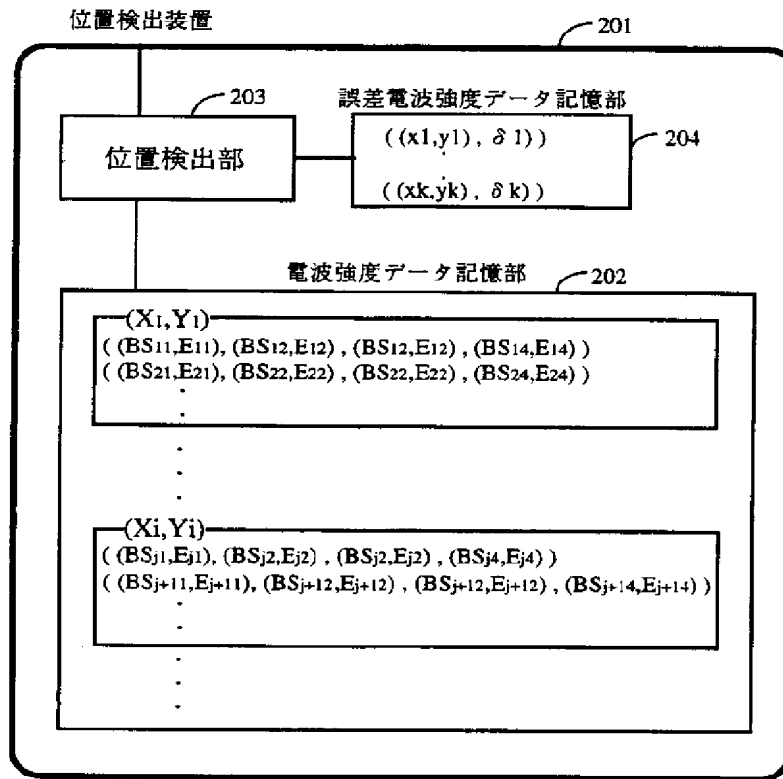
204 誤差電波強度データ記憶部  
 205 最大誤差記憶部  
 301 移動局  
 302 基地局  
 303 基地局  
 304 基地局  
 305 基地局302の無線ゾーン  
 306 基地局303の無線ゾーン  
 307 基地局304の無線ゾーン  
 308 制御局  
 309 位置検出部  
 310 電波強度データ記憶部  
 501 位置検出装置

502 電波強度データ記憶部  
 503 位置検出部  
 504 誤差電波強度データ記憶部  
 505 最大誤差記憶部  
 506 位置検出知識部  
 701 位置検出装置  
 702 電波強度データ記憶部  
 703 位置検出部  
 704 誤差電波強度データ記憶部  
 705 最大誤差記憶部  
 706 位置蓄積部  
 707 履歴判定部

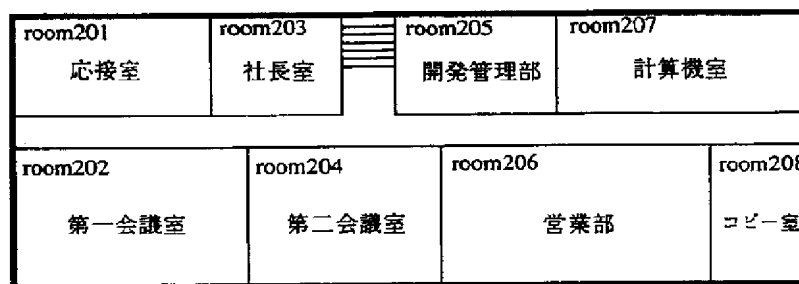
【図1】



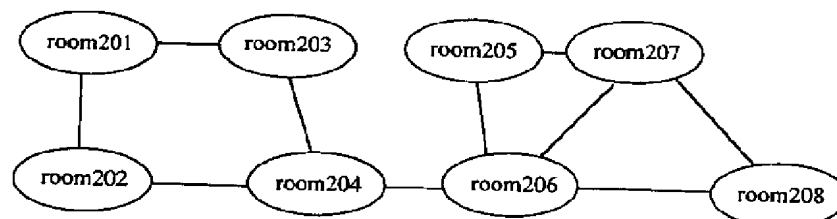
【図 2】



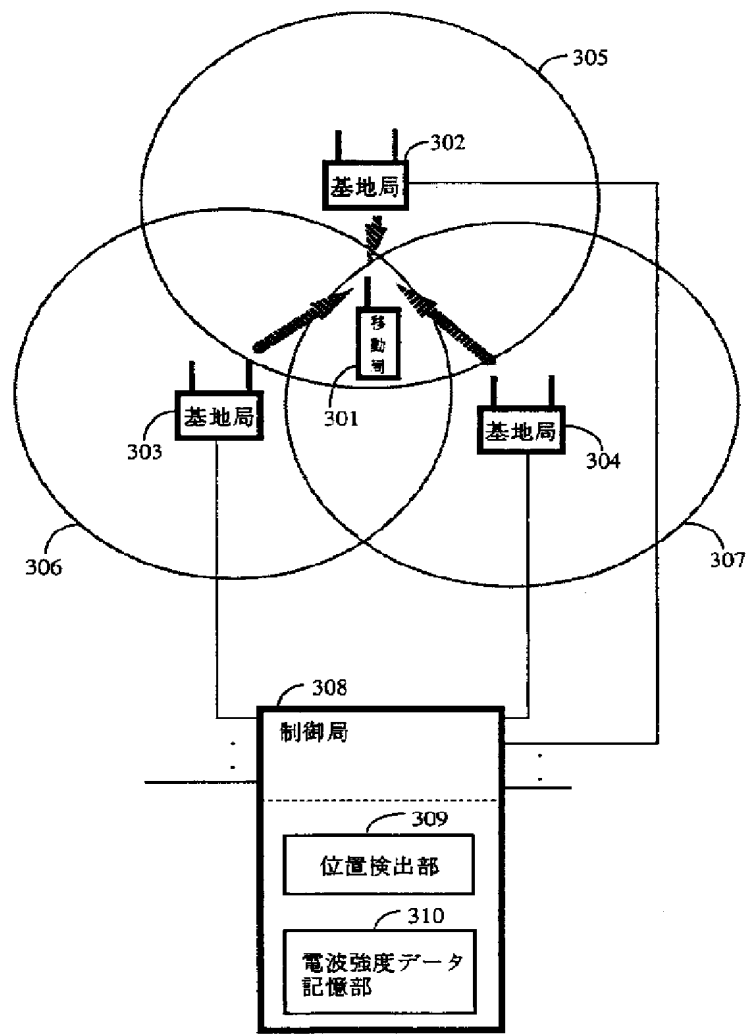
【図 6】



【図 9】



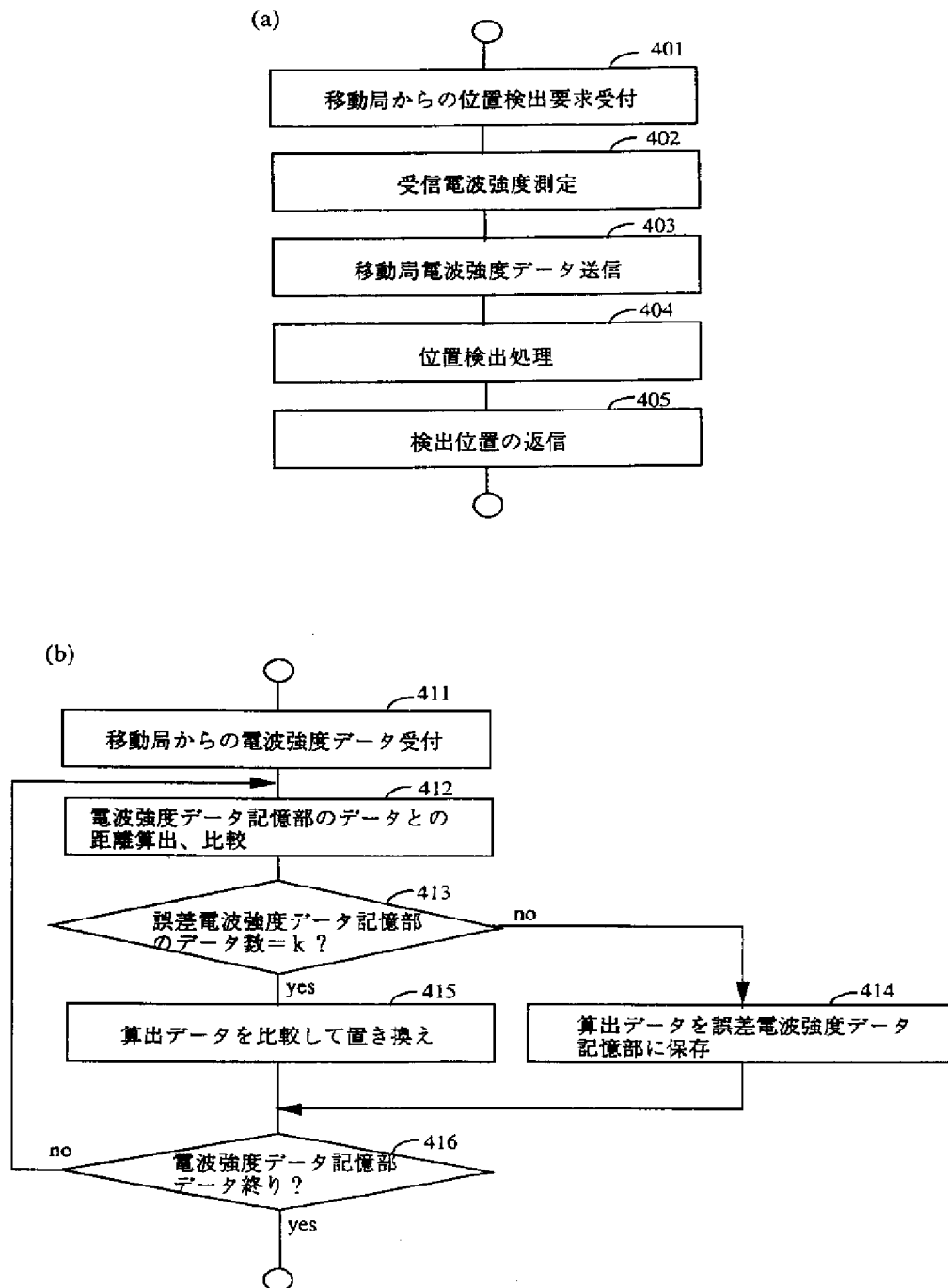
【図 3】



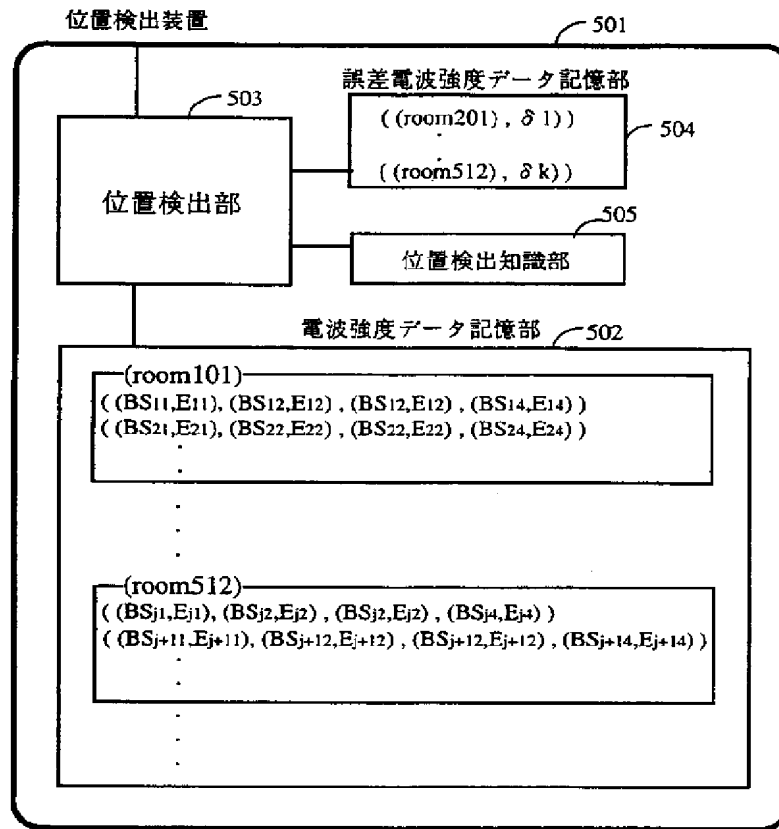
【図 7】

部屋番号	部屋名	田中	鈴木	吉田	...
room201	応接室	◎	◎	×	
room202	第一会議室	○	○	○	
room203	社長室	◎	×	×	
room204	第二会議室	○	○	○	
room205	開発管理部	○	×	◎	
room206	営業部	○	◎	○	
room207	計算機室	×	×	◎	
room208	コピー室	◎	◎	◎	
.	.				
.	.				
.	.				

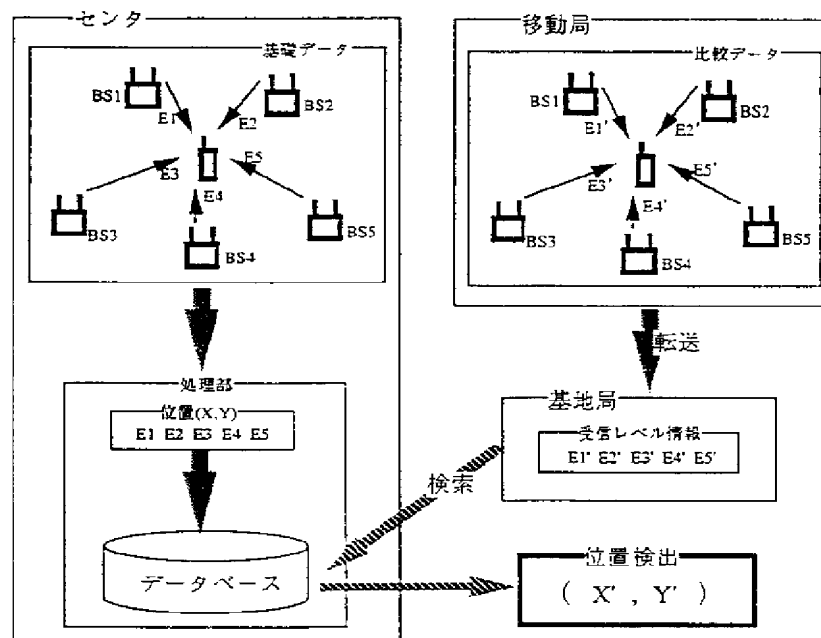
【図4】



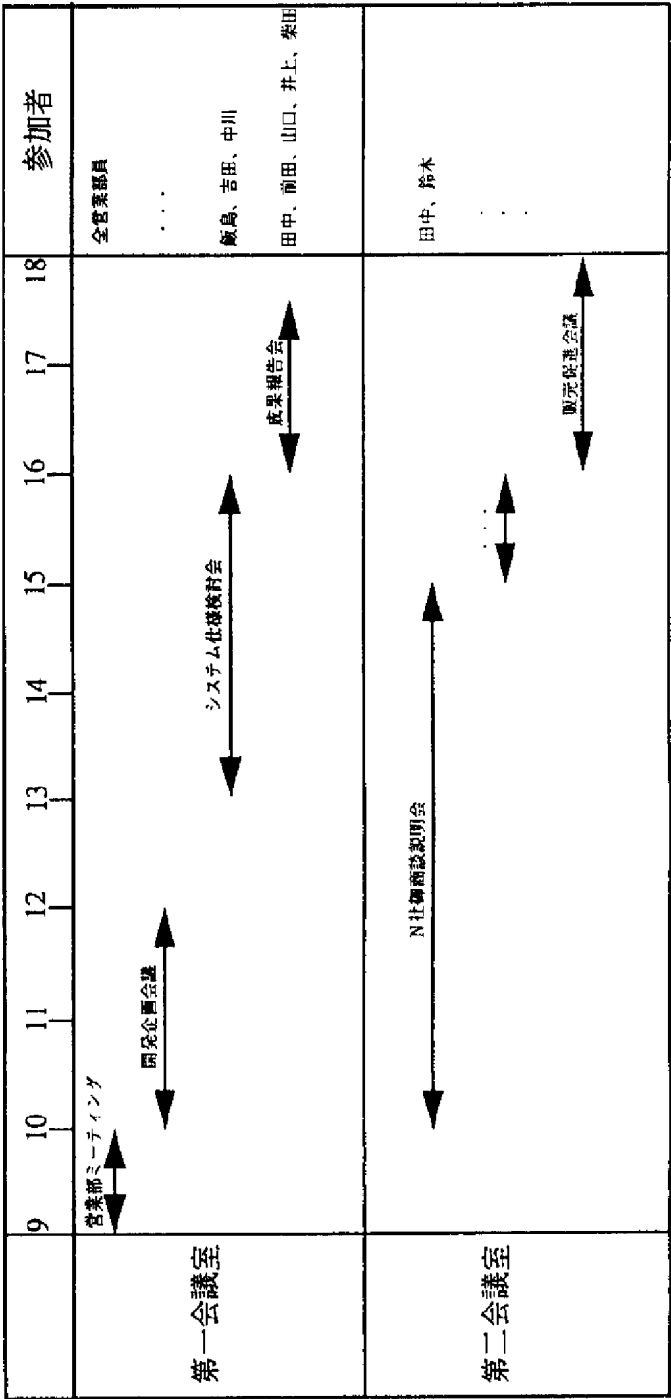
【図 5】



【図 1 1】

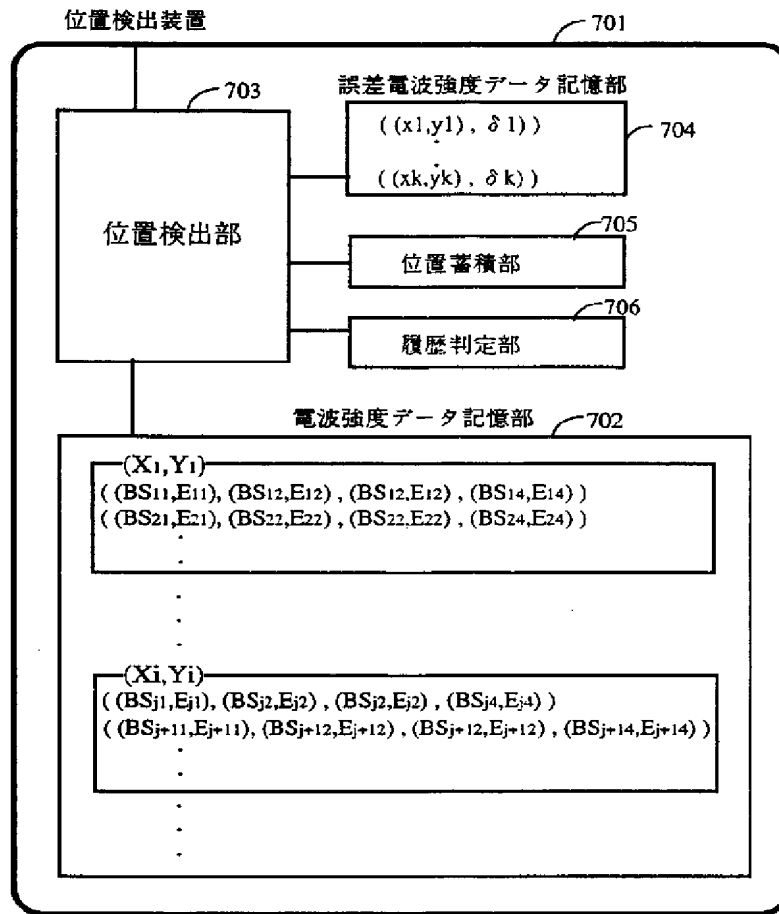


【 図 8 】





【図 1 0】




---

フロントページの続き

(72)発明者 山口 一晃  
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(72)発明者 久保 徹  
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内